

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

INSINÖÖRITYÖ

MTS2-KOKOONPANOLINJAN OHJAUKSEN MODERNISOINTI

**Työn tekijä: Juhana Kaikkonen
Työn valvoja: Jari Savolainen
Työn ohjaaja: Timo Junell**

Työ hyväksytty: __. __. 2007

**Jari Savolainen
TkL**

ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Helsingin ammattikorkeakoululle kesän 2006 ja lukuvuoden 2006 - 2007 aikana. Haluan kiittää työn valvojaa tekniikan lisensiaatti Jari Savolaista ja työn ohjaajaa insinööri Timo Junellia sekä koko koneautomaatiolaboratorion henkilökuntaa.

Helsingissä 17.4.2007

Juhana Kaikkonen

INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Juhana Kaikkonen

Työn nimi: MTS2-kokoonpanolinjan ohjauksen modernisointi

Päivämäärä: 17.4.2007

Sivumäärä: 29 s. + 4 liitettä

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Työn valvoja: TkL Jari Savolainen

Työn ohjaaja: Insinööri Timo Junell

Tämä insinöörityö tehtiin Helsingin ammattikorkeakoululle kesän 2006 ja lukuvuoden 2006 - 2007 aikana. Työn tarkoituksena oli yhdistää MTS2-kokoonpanolinjaston kuljetinjärjestelmän erilliset toimilaite- ja anturiväylät yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi sekä ottaa käyttöön RFID-saattomuistit kuljetinpalettien ohjauksessa.

Työssä tutustuttiin teollisuudessa käytettävien kenttäväylien eri tasoihin, näihin liitettäviin laitteisiin sekä väylien toisiinsa liittämiseen. Linjaston alkuperäistä fyysistä rakennetta muutettiin niin, että se mahdollistaa kahden erillisen ohjausjärjestelmän käytön. AS-i-väylään asennettiin IFM DTA 100 -saattomuistinlukijat ja paletteihin RFID-tunnisteet.

Työssä onnistuttiin osoittamaan, että kahden rinnakkaisen ohjauksen luominen linjastoon on mahdollista. Toteutuksessa joudutaan kumminkin tilanteisiin, joissa pitää tehdä kompromisseja toisen ohjausjärjestelmän toiminnan yksinkertaisuuden kustannuksella.

Avainsanat: AS-i, EtherCAT, MTS2, kenttäväylä, ohjausjärjestelmä, saattomuisti, Soft PLC

ABSTRACT

Name: Juhana Kaikkonen	
Title: Modernisation of the MTS2 transfer system	
Date: April 17, 2007	Number of pages: 29 + 4 appendices
Department: Mechanical Engineering	Study Programme: Machine Automation
Instructor: Jari Savolainen, LicTech	
Supervisor: Timo Junell, BSc (Eng)	
<p>This graduate study was made for Helsinki Polytechnic during summer 2006 and the academic year 2006-2007. The aim of the study was to combine the separate actuator and sensor buses of the MTS2 transfer system into one controllable entity. In addition, the purpose was to introduce the RFID control into conveyor palettes.</p> <p>The different layers of industrial field buses, the equipment to be connected to them and connecting the buses together were studied. The original MTS2 hardware was changed to enable the use of two separate control systems. IFM DTA 100 read/write heads were installed in the AS-i bus and RFID tags in the palettes.</p> <p>The study showed it is possible to create two parallel control systems for the MTS2 transfer system. It is, however, probable that in the actual implementation a compromise must be made at the expense of the simplicity of the other system.</p>	
Keywords: AS-interface, EtherCAT, MTS2, fieldbus, control system, PID, Soft PLC	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEITÄ

1	JOHDANTO	1
2	KENTTÄVÄYLÄT	2
2.1	Väylähierarkia	3
2.2	AS-interface	4
2.3	EtherCAT	7
3	SAATTOMUISTIT	8
3.1	Koodattuun tunnisteeseen perustuva tunnistaminen ja identifiointi	9
3.2	RFID-tunnisteet	10
4	RS-232	11
5	RS-485	11
6	TCP/IP	12
7	MTS2-KOKOONPANOLINJASTON TOIMINTAPERIAATE	12
8	MTS2-KOKOONPANOLINJASTON OHJAUSJÄRJESTELMÄ	16
8.1	Alkuperäinen toteutus	16
8.2	Vaihtoehtoiset kenttäväyläratkaisut	17
8.2.1	Saattomuistilukijoiden valinta	18
8.2.2	Beckhoff	18
8.3	Valittu toteutus ja muutostyöt	21
9	YHTEENVETO	26
	VIITELUETTELO	27

Lyhenteitä

AS-i	Actuator Sensor interface
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CAN	Controller Area Network
CoDeSys	IEC 61131-3 -standardin mukainen logiikkaohjelmointiympäristö
COMlib	Serial Communication library
DC	Direct Current
DCE	Data Communication Equipment
DLL	Dynamic Link Library
DMA	Direct Memory Access
DTE	Data Terminal Equipment
EIA	Electronic Industries Alliance
EtherCAT	Ethernet for Control Automation Technology
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
FTP	File Transfer Protocol
Gateway	Reitin, joka on osa (molempia) verkkoja, joita se yhdistää
GIF	Graphic Interchange Format
H1	Hidas fyysisen tason kenttäväylä
HF	High Frequency
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ICMP	Internet Control Message Protocol
ID-tag	RFID-tag, radiotaajuustunniste
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
Interbus	Isäntä/orja -periaatteella toimiva anturi- ja toimilaitteväylä
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
IPX	Tietokoneiden välillä käytettävä väylätekniikka
ISO	International Organization for Standardization
Java	Sun Microsystemsin kehittämä oliopohjainen ohjelmointikieli
JPG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
LF	Low Frequency
Linux	Avoimeen lähdekoodiin perustuva käyttöjärjestelmä
Modbus	Kenttäväylätekniikka suuremmille tietomäärille
MPEG	Moving Picture Experts Group
MTS	Modular Transfer System
OCR	Optical Character Recognition
OCX	OLE Control Extension
OPC	OLE for Process Control
OSI	Open Systems Interconnection

PC	Personal Computer
PID	Programmable Identification Device
PLC	Programmable Logic Controller
Profibus	Kenttäväylänä käytetty verkkotekniikka
Profinet	Ethernet-pohjainen väylä
RAM	Random Access Memory
RF	Radio Frequency
RFId	Radio Frequency Identification
RS-nnn	Recommended Standard nnn
SCARA	Selective Compliance Assembly Robot Arm
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SPX	Sequenced Packet Exchange
TCP	Transmission Control Protocol
TwinCAT	Total Windows Control and Automation Technology
UDP	User Datagram Protocol
UHF	Ultra High Frequency
WAN	Wide Area Network
Windows NT/2000/XP	Microsoft -käyttöjärjestelmät
XML	Extensible Markup Language

1 JOHDANTO

Helsingin ammattikorkeakoulun koneautomaatiolaboratorion opetusvälineistöön kuuluu Bosch MTS2 -kokoonpanolinjasto. Tämä aikanaan esittelykäytössä palvellut linjasto hankittiin ammattikorkeakouluun vuonna 1995. Se toimi usean vuoden ajan opetuskäytössä kattaen kokoonpanoautomaation monia eri osa-alueita. Viime vuosina linjaston käyttö on kuitenkin ollut vähäistä sen osin jo vanhentuneen ohjauksen vuoksi. Suljetun ohjauksen takia ylläpito on mahdollista vain Boschin toimesta ja ymmärrettävästi heidän intresseissään ei ole niinkään vanhan tekniikan ylläpito vaan uuden kehittämisen. Ohjauksen uudistaminen olisi siis käytännössä tarkoittanut kokonaan uuden ohjauksen hankkimista.

Linjastoa päätettiin jatkossa pitää yllä omin voimin oppilastöinä. Vuonna 2000 Marja Manninen /18/ teki linjaston toimintaa kuvaavan insinööriyön ja vuonna 2006 Teemu Berglind /17/ selvitti omassa insinööriyössään mahdollisuuksia ohjata linjastoa PLC-ohjelman avulla.

Tämä insinööriyö tehtiin osana MTS2-kokoonpanolinjaston kehityshanketta. Sen pääasiallisena tavoitteena oli yhdistää kuljetinjärjestelmän erilliset toimitus- ja anturiväylät yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi sekä ottaa käyttöön RFID-saattomuistit kuljetinpalettien ohjauksessa. Työssä selvitettiin erilaisten kenttäväyläratkaisujen soveltuvuutta tavoitteen toteuttamiseksi ja lopuksi toteutettiin ohjaus koneautomaation ohjelmoinnin opetusta parhaiten palvelevalla tavalla.

2 KENTTÄVÄYLÄT

Tiedonsiirto on aina ollut olennainen osa automaatiota. Ennen digitaalitekniikkaa jokainen toimilaite ja anturi oli kytkettävä omilla johtimillaan ohjausyksikköön asti jännite- tai virtaviestin välittämiseksi. Varsinkin teollisuusympäristössä tämä merkitsi mittavia johdotuksia varsinaisen ohjaimen sijaitessa suojaisemmassa paikassa kaukana itse ohjattavasta prosessista. Pitkät ja monimutkaiset johdotukset nostivat ohjauslaitteiston kokonaiskustannuksia ja vikojen paikallistaminen ja selvittäminen oli hankalaa.

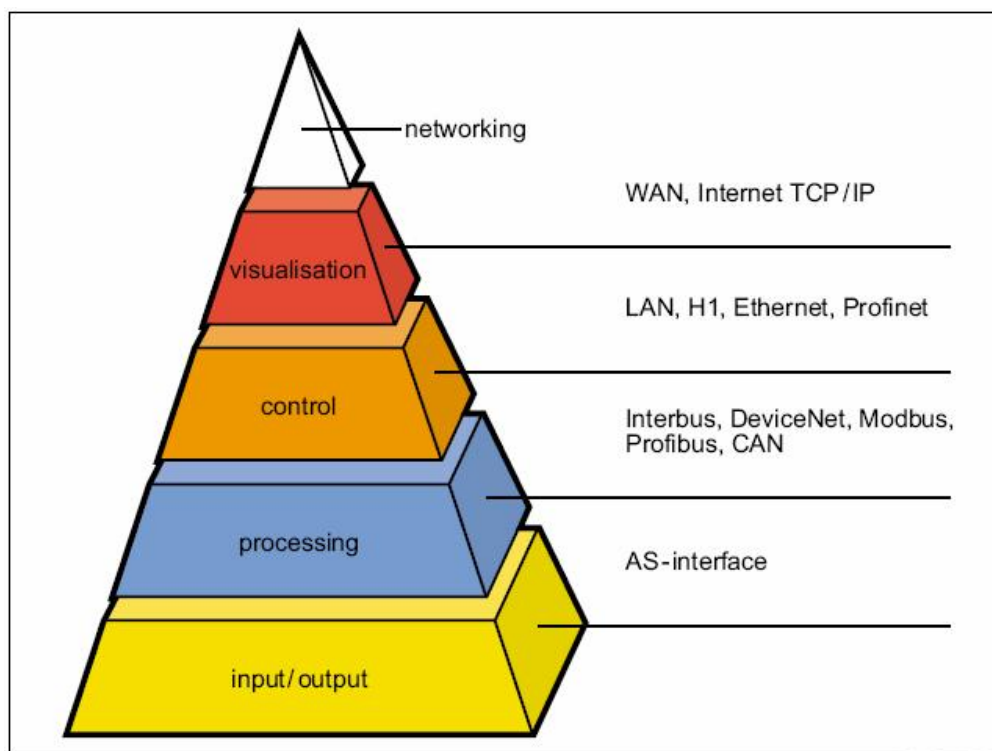
Kenttäväylän tarkoituksena on korvata analoginen tiedonsiirto digitaalisella sarjamuotoisella tiedonsiirrolla. Kenttäväylää käytettäessä samaan kaapeliin voidaan liittää useita laitteita, joille kullekin annetaan oma osoite. Perinteisessä johdotuksessa tieto kulki vain kahden toisiinsa kytketyn laitteen välillä, kun taas kenttäväylään liitetyt laitteet voivat kaikki osallistua tiedon vastaanottamiseen ja lähettämiseen. Kommunikoinnin säännöt määrittelee väyläkohtainen protokolla. Kenttäväylän tärkeimpiä etuja perinteiseen johdotukseen verrattuna ovat johdotuksen väheneminen, kytkentöjen yksinkertaistuminen sekä vikadiagnostiikan parantuminen, sillä laite voi lähettää tietoja omasta tilastaan samaa väylää pitkin.

Anturilta tuleva tai toimilaitteelle menevä tieto muutetaan digitaaliseen muotoon. Tämä digitaalinen data ei enää korreloi havainnoitavaa ilmiötä, vaan muodostaa siitä tietyin välein otetun näytejonon. Näytevälin valinta vaikuttaa siihen, millainen tulkinta ilmiöstä voidaan muodostaa. Digitaalinen data muunnetaan ennen lähetystä digitaaliseksi signaaliksi ja vastaanottopäässä takaisin digitaaliseksi dataksi. Digitaalinen data ja digitaalinen signaali ovat fyysisesti samanlaista sähköisten pulssien jonoa. Digitaalinen data on jonkin sovellusohjelman ymmärtämään muotoon koodattua tietoa, joka sisältää myös tiedon taltiointiin ja käsittelyyn liittyviä asioita. Digitaalinen signaali on kuljetusta varten paketoitu sanoma, joka pitää sisällään digitaalisen datan, joko täydellisenä tai vain pelkkänä muuttujana käsittelyosista puhdistettuna.

/1./

2.1 Väylähierarkia

Tiedonsiirrolta vaadittavat ominaisuudet riippuvat pitkälti automatisoitavasta sovelluksesta. Esimerkiksi kappaletavara-automaatiossa siirretään paljon päällä/pois-signaalia, kun taas prosessiautomaatiossa vaaditaan tarkan mitaus- ja säätötiedon välittämistä. Myös ohjattavan järjestelmän koko määrittää väylältä vaadittavia ominaisuuksia. Erilaisiin tarpeisiin onkin kehitetty monia eri väyläratkaisuja, joista muutamia kuvassa 1.



Kuva 1. Eri kenttäväylien tyypillisiä tehtäviä /2/

Laitteiden yhteensopivuus ja vaihdettavuus ovat perinteisesti tarkoittaneet rakenteellisen liitännän ja käytettävän signaalin yhdenmukaisuutta. Sulaute-
tun elektroniikan käyttö on kuitenkin mahdollistanut laitteiden varustamisen aikaisempaa monipuolisemmilla ominaisuuksilla. Sarjamuotoisen digitaalisen tiedonsiirron yleistyessä laitteen fyysisiä rakenneominaisuuksia määräävämmäksi tekijäksi ovat nousseet toiminnalliset ominaisuudet. /1./

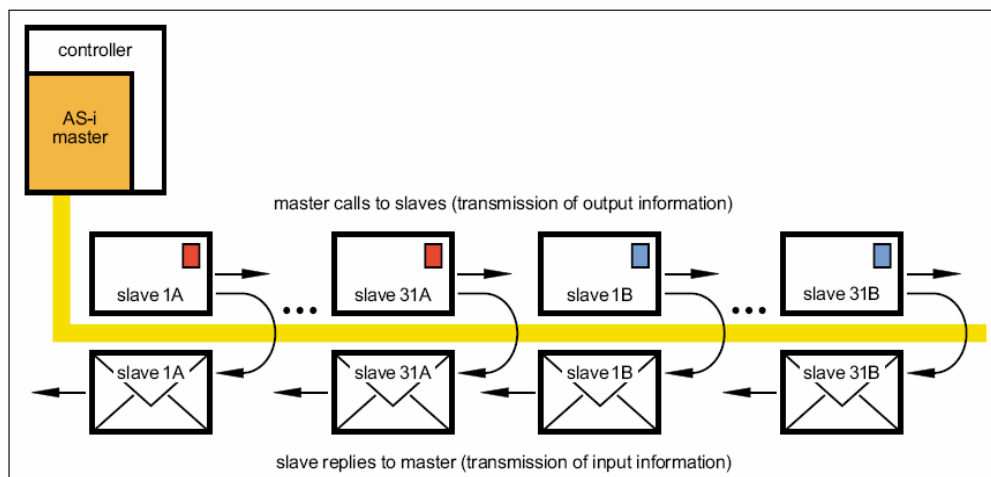
Jotta tiedonsiirto eri laitteiden välillä onnistuisi, laitteiden on noudatettava yhteensopivia, standardoituja tiedonsiirtokäytäntöjä. Vuonna 1979 ISO (International Organization for Standardization) ryhtyi kehittämään mallia tällaiselle käytännölle. Siinä kaikki tiedonsiirtoon liittyvät tekijät on jaettu erillisiin toimintalohkoihin. OSI (Open Systems Interconnection Reference) -malli määrittelee tietoliikennejärjestelmälle 7 eri kerrosta, joista osa on yksinkertaisissa väylissä tarpeettomia. Käytännössä tarvitaan vain fyysinen linja ja siihen siirtokehys, sanomanvälityskäytäntö ja sovelluskerros, eli OSI-mallin (kuva 2) kerrokset 1, 2 ja 7. /3./



Kuva 2. OSI-malli /4/

2.2 AS-interface

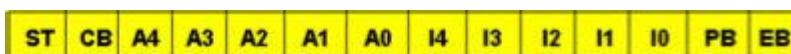
AS-i (Actuator Sensor -interface) on alimman tason toimilaite- ja anturiväylä. Se on tarkoitettu lähinnä binäärisen tiedon välittämiseen, jolloin siirrettävän datan määrä pysyy pienenä. Väylä koostuu keltaisesta, kaksijohtimisesta 2*1,5 mm² kaapelista (kuva 6), anturit ja toimilaitteet väylään yhdistävistä orjista (slave) sekä orjia kutsuvasta isännästä (master) (kuva 3). Yhdessä väylässä on yksi isäntä ja enintään 31 orjaa (versio 2.0). Jokainen orja nimetään yksilöllisesti numeroilla 1 - 31. Jakamalla nämä 31 orjaa A- ja B-ryhmiin saadaan väylälle 62 orjaa (versio 2.1). Jokaisella orjalla voi olla korkeintaan 4 tuloa ja 4 lähtöä.



Kuva 3. AS-i-isäntä ja -orjat /2/

Tieto liikkuu väylällä niin, että isäntä lähettää jokaiselle orjalle vuorollaan 4 databittiä sisältävän viestin. Orja, jolle viesti on osoitettu, saa viestistä lähtöjensä uudet arvot. Orja vastaa isännälle vastaavanlaisella viestillä, joka sisältää tulojen arvot. Viesti sisältää myös orjan tunnisteen ja virheenkorjausdataa.

Kuvasta 4 näemme isännän lähettämän sanoman rakenteen: sanoma alkaa 0 bitillä, seuraavaksi tulee valinta-bitti, sitten viisi orjan osoite-bittiä (11111=31), sitten viisi bittiä dataa, sitten pariteetti-bitti ja sanoma loppuu 1 arvoiseen bittiin.

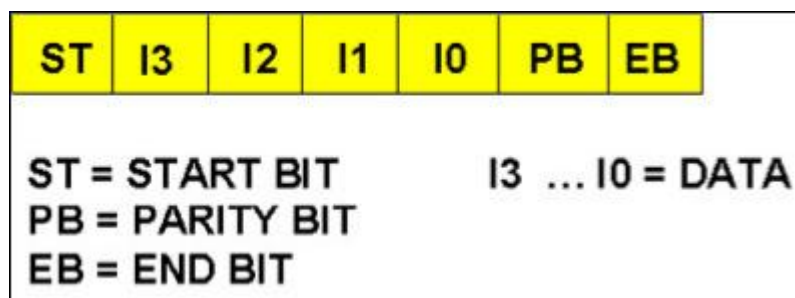


ST = START BIT
CB = CONTROL BIT
PB = PARITY BIT
EB = END BIT

A4 ... A0 = ORJAN OSOITE
I4 ... I0 = DATA

Kuva 4. Isännän lähettämän sanoman rakenne

Kuvasta 5 näemme orjan lähettämän sanoman rakenteen: Sanoma alkaa 0 bitillä, sitten tulee neljä bittiä dataa, pariteettibitti ja sanoma loppuu 1 arvoiseen bittiin.



Kuva 5. Orjan lähettämän sanoman rakenne

Myös analogiatiedon välitys väylällä on mahdollista ns. analogiaprofiilin avulla. Tämä ominaisuus on mukana AS-i versiosta 2.1 lähtien. AS-i profiili 7.4 on tarkoitettu 16-bittiselle analogiatiedolle. Koska AS-i-sanoman pituus on 4 databittiä, täytyy 16 bitin analogiatiedon siirtämiseksi lähettää 4 sanaa.

AS-i-väylään liitettävät orjat saavat 24 V DC käyttöjännitteensä suoraan kaapelista. Orjille voidaan kuitenkin tarvittaessa tuoda lisävirtaa samanlaisella, mutta väriltään mustalla kaapelilla. Väylän pituus voi olla enintään 100 m ja toistimien kanssa päästään aina 300 m:iin saakka. AS-i-teholähteen nimellisjännite on 30 V DC, jolla varmistetaan riittävä jännite (24 V DC) myös väylän loppupäässä. Data muunnetaan signaaliksi, jonka jännitevaihtelu johtimessa tapahtuu 24 V DC yläpuolella. Tämä mahdollistaa 24 V DC käyttöjännitteen ylläpitämisen joka tilanteessa.



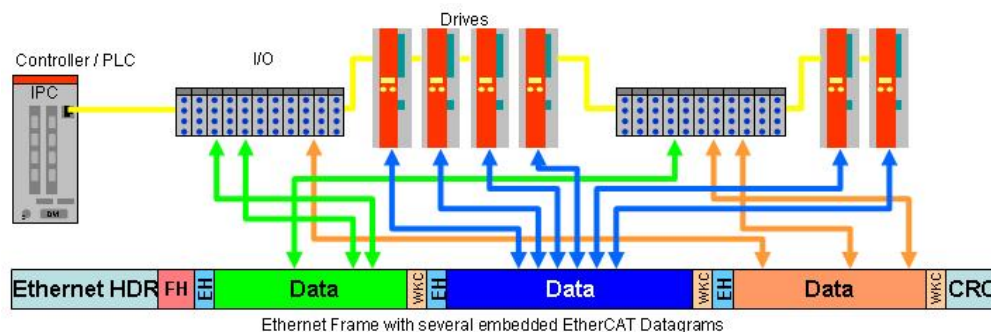
Kuva 6. AS-i-kaapelit /5/

AS-i Safety tarkoittaa ratkaisua, jolla hätäseis-toiminnot saadaan liitettyä samaan olemassa olevaan AS-i-väylään. Laitteisto koostuu turvaorjista (hätäseis-painikkeet, valoverhot) ja turvamonitorista. Turvallisuus saavutetaan turvaorjien ja turvamonitorin välisellä signaalinvaihdolla. Mikäli turvaorjalta ei saada ilmoitusta normaaliajassa tai mikäli orja lähettää hätäviestin, kytkee turvamonitori korkeintaan 35 millisekunnin kuluttua (kokonaisreaktioaika) turvalähdöt päälle. Laitteisto ajetaan turvallisesti lepotilaan ja isännälle annetaan hälytysilmoitus. Hätäseis -signaalin tarkka antopiste on paikannettavissa, mikä tarkoittaa seisonta-aikojen lyhenemistä.

2.3 EtherCAT

EtherCAT on Beckhoff Automationin kehittämä teollisuus-Ethernetin versio, jonka toimintatapa tekee siitä alansa nopeimman. EtherCAT parantaa järjestelmän suorituskykyä ilman ylimääräistä datan kopiointia mm. siirtämällä kartoitustehtävän (mapping task) ohjausprosessorista EtherCAT-järjestelmään. Lajitellut tiedot siirretään DMA:n (Direct Memory Access) välityksellä ohjauskoneen RAM-muistiin. Tavallisia kenttäväyliä käytettäessä prosessista muodostetaan "fyysinen" kuvaus ja kartoituksen (mapping) suorittaa prosessori. Tämä toimintatapa saattaa viedä jopa 30 % ohjausprosessorin suorituskyvystä. Arvokasta suoritinaikaa kuluu, kun tiedoista etsitään yksittäisiä bittejä ja kun niitä kopioidaan muuttujiin. Ennen tietojen jakamista tämä toiminto on suoritettava myös päinvastaiseen suuntaan. EtherCAT sijoittaa kartoituksen (mapping) kenttäväylä-slaveen, jolloin masterin kuormitus vähenee. Koska pienissä ja keskisuurissa järjestelmissä lähetetään vain yksi EtherCAT-frame, prosessori voi huolehtia koko tiedonsiirrosta vain muutamilla yhteyksillä Ethernet-ohjaimeen. /6./

EtherCAT voi toimia ilman Ethernet-kytkimiä tai kytkimien kautta, ja se siirtää ohjausdataa ilman Ethernet-pakettien hidastavaa vaikutusta. EtherCATissa Ethernet-pakettia tai kehystä ei enää vastaanoteta, tulkita ja kopioida jokaisessa solmukohdassa, vaan orjat lukevat niille osoitetun datan sanoman kulkiessa laitteen läpi. Vastaavasti lähtevä data lisätään sanomaan sen läpikulkiessa. Kehykset viivästyvät kussakin solmussa vain mikrosekunnin osia ja monet solmut - tyypillisesti koko verkko - voidaan käsitellä vain yhdellä kehyksellä (kuva 7). /7./



Kuva 7. Datat luku läpikulkevasta sanomasta /7/

Suorituskyky: esimerkiksi prosessitiedon vaihto 1000 digitaalisen I/O-kanavan kanssa vie noin 30 mikrosekuntia. Datavaihto 100 servoakselin kanssa voidaan tehdä 10 kHz taajuudella. Tyypillinen verkkotaajuus on 1 - 31 kHz. /7/

EtherCAT on avoin standardi ja sen käyttöönottoa edistää EtherCAT Technology Group.

3 SAATTOMUISTIT

Saattomuisti eli PID (Programmable Identification Device) on tunnistusmenetelmä, jossa kappaleeseen tai sen kuljetusalustaan liitetyn muistin sisältöä voidaan tuotannon aikana muuttaa. /8/

Kappaleiden automaattinen tunnistaminen ja identifiointi loogisessa prosessissa mahdollistaa automaattiset ohjaustoiminnot, ajantasaisen tietokannan ylläpidon tiedonkeruun avulla sekä tietojen syöttämisestä aiheutuvien ongelmien välttämisen. /9/

Esimerkiksi asiakastilauksen mukaan valmistettavaan autoon voidaan liittää linjan alkupäässä saattomuisti, joka sisältää tiedon autolle tehtävistä eri työvaiheista – siis eräänlainen ”resepti”, jonka mukaan auto valmistetaan. Saattomuisti luetaan automaattisesti kussakin työpisteessä, ja luetun tiedon perusteella automaattinen työkonetai robotti valitsee suoritettavakseen kulloinkin halutun, työvaihetta ohjaavan ohjelman. /9/

Kappaleen havaitseminen, tunnistaminen ja identifiointi

- Havaitseminen (Detection). Havaitaan kappaleen läsnäolo/poissaolo. Tyypilliset anturit: mekaaniset, induktiiviset, kapasitiiviset tai optiset kytkimet.
- Tunnistaminen (Recognition). Tunnistetaan, että kappale kuuluu tiettyyn kappaleluokkaan. Tyypilliset anturit: kytkinrivit tai -matriisit, konenäkö, optiset merkinlukijat (OCR, Optical Character Recognition), viivakoodinlukijat, saattomuistit.
- Identifiointi (Identification). Tunnistetaan kappale juuri tietyksi kappaleeksi, jolla on yksikäsitteinen identiteetti. Tyypilliset anturit: OCR-lukijat, viivakoodinlukijat, saattomuistit. /10./

3.1 Koodattuun tunnisteeseen perustuva tunnistaminen ja identifiointi

Kappaleen tai kuljetusalustan mukana kulkevaan koodattuun tunnisteeseen tai saattomuistiin voidaan sisällyttää erilaista tietoa: valmistus- ja käsittelyohjeita, tietoa kappaleen identiteetistä sekä toteumatietoa valmistusprosessista (edellyttää kirjoitusmahdollisuutta, jolloin on parempi puhua saattomuistista kuin pelkästä tunnisteesta). /10./

Koodattu tunniste tai saattomuisti voidaan toteuttaa eri menetelmillä:

- Sähkömekaaniset tunnisteet. Tunnisteena toimivat nokat, tapit, kolot tms. Ilmaisu suoritetaan lähietäisyydeltä sähköisillä tai sähkömekaanisilla antureilla.
- Magneettiset tunnisteet. Tunnisteet ovat kestopagneetteja tai magnetoituvaa ainetta (kuten ääninauha, pankkikortti). Ilmaisu suoritetaan lähietäisyydellä antureilla, lukukynällä tai asettamalla kortti erilliseen lukijaan.
- Optiset tunnisteet. Tunniste voi olla viivakoodi, pistekoodi tai standardoitu kirjoitusteksti. Ilmaisu perustuu siihen, että näkyvä tai infrapunavallo siirtää tiedon tunnisteesta lukijaan. Ilmaisu suoritetaan joko lukukynällä, kiinteällä lukulaitteella, laser-skannerilla tai kameralla.
- RF-tekniikalla luettavat/kirjoitettavat tunnisteet ja saattomuistit (RFID). Tunnisteen muodostaa joko laatta tai tappi, jossa on muistipiiri ja kommunikointipiiri. Ilmaisuperiaate: tieto siirretään radio- tai mikroaalloilla. /10./

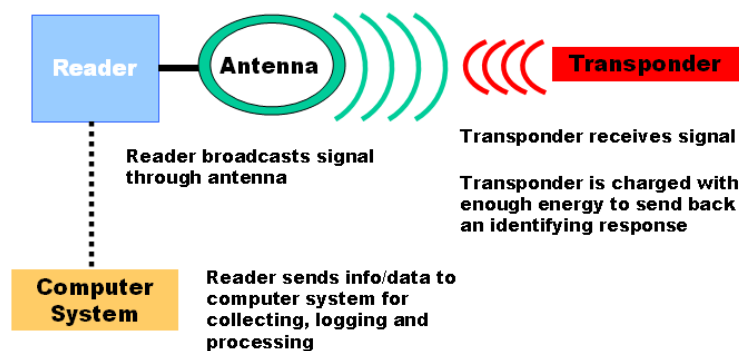
3.2 RFID-tunnisteet

RFID (Radio Frequency Identification) on yleisnimitys radiotaajuuksilla toimivalle etätunnistusteknologialle. Kaikkiin RFID-järjestelmiin kuuluu RFID-tunniste, RFID-lukija ja taustajärjestelmä. RFID-tunniste on tunnistettavaan kohteeseen kiinnitettävä tarra, kortti, lappu, nappi, implantti, tms., mikä sisältää antennin ja sirun, jossa tietoa säilytetään. Tunnisteissa on kiinteä sarjanumero ja standardista riippuva määrä vapaata kirjoitustilaa. RFID-lukija on laite, jolla tunnisteiden sisältöä voidaan lukea ja laitteesta riippuen myös kirjoittaa ilman, että kohteeseen on kontakti tai edes näköyhteys. Lukuetäisyydet riippuvat taajuusalueesta ja standardista. Taustajärjestelmässä tunnistustietoa hyödynnetään prosessitasolla. /10./

RFID-järjestelmiin liittyy olennaisesti taajuusalueet. Tunniste ja lukija on suunniteltu keskustelemaan keskenään radioteitse juuri tietyllä taajuudella. Eri taajuusalueilla keskusteluun valjastettu fysikaalinen mekanismi voi olla erilainen, LF- ja HF-taajuusalueilla kyseessä on induktiivinen kytkentä, kun taas UHF- ja mikroaaltotaajuuksilla radioaallot. Suomessa taajuusalueiden käyttöä kontrolloi viestintävirasto, joka asettaa rajoitteita ja vaatimuksia myös RFID-laitteistoille. /10./

Toimintaperiaate kuvan 8 mukaan: Lukija lähettää signaalin antennin kautta. Transponder (tässä automaattinen laite, joka lähettää ennalta määrättyä viestiä vastauksena ennalta määrättyyn yleisesti hyväksyttyyn signaaliin) ottaa signaalin vastaan samalla latautuen energialla, joka vaaditaan vastaamiseen. Transponder lähettää tunnistusvasteen lukijalle. Lukija lähettää sen edelleen tietokonejärjestelmälle.

How does RFID work?



Kuva 8. RFID:n toimintaperiaate /11/

4 RS-232

RS-232 on kahden tietokonelaitteen väliseen tietoliikenteeseen tarkoitettu tietoliikenneportti, jossa data siirtyy yksi bitti kerrallaan ”peräkkäin” sarjamuotoisena. Kommunikoivat laitteet voivat olla esim. pääte (DTE = Data terminal equipment) ja kommunikaatiolaitte (DCE = Data communication equipment). RS-232-signaalit ovat tasoiltaan noin $\pm 5 \text{ V} \dots \pm 12 \text{ V}$ suhteessa maatasoon.

RS-232-porttia (sarjaportti, com-portti) käyttävät laitteet päihittävät yksinkertaisuudessaan muita portteja käyttävät laitteet. RS-232-porttia on käytetty PC-koneissa pisimpään. RS232-standardia on muutettu ajan saatossa. Uudempiä standardeja ovat RS-232A, RS-232B ja RS-232C. RS-232 on ainoa PC:n osa, joka vaatii -12 V jännitteen. Laittevalmistajat haluaisivat päästä eroon negatiivisista jännitteistä, koska ne lisäävät turhaan virtalähteen monimutkaisuutta ja hintaa. RS tulee sanoista ”Recommended Standard”. /12./

5 RS-485

RS-485 (tunnetaan myös nimityksillä EIA-485 ja RS485) on differentiaalinen sarjaväylä, johon voi liittyä useita väylälaitteita samanaikaisesti. Kaksijohtimisessa RS-485-väylässä liikennöinti tapahtuu puolittain kaksisuuntaisesti (engl. half-duplex), koska ainoastaan yksi väylälaitte voi samaan aikaan lähettää. RS-485 määrittelee pelkästään väylän sähköiset ominaisuudet eli fyysisen kerroksen, toisin kuin RS-232. Differentiaalisen signaloinnin ja kierretyn parikaapelin vuoksi yhteismuotoiset häiriöt kumoutuvat liikennöintipiirissä. Tyypillisesti RS-485-väylä terminoidaan 120 ohmin vastuksin, jotka on sijoitettu väylän molempiin päihin.

RS-485:tä käytetään teollisuussovelluksissa ja muissa automaatiojärjestelmissä, joissa väylälaitteiden etäisyydet ovat suuria (enimmillään 1200 metriä), tarvittavat siirtonopeudet suuria (enimmillään kymmeniä megabittejä sekunnissa) tai ympäristö häiriöinen. /13./

6 TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä. IP-protokolla on alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta ja pakettien reitittämisestä verkossa. Sen päällä voidaan ajaa useita muita verkko- tai kuljetuskerroksen protokollia, joista TCP-protokolla on yleisin. Se vastaa kahden päätelaitteen välisestä tiedonsiirtoyhteydestä, pakettien järjestämisestä ja hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksestä. Vaikka TCP/IP-protokollaperheeseen kuuluu monia muitakin protokollia, pääosa liikennöinnistä tapahtuu TCP-yhteyksinä IP-protokollien päällä. Tämän takia protokollaperhe yleensä tunnetaan nimellä TCP/IP. /14./

7 MTS2-KOKOONPANOLINJASTON TOIMINTAPERIAATE

Helsingin ammattikorkeakoulun koneautomaatiolaboratorion Bosch MTS2 (Modular Transfers System) -kokoonpanolinjasto (kuva 9) koostuu kolmesta työpisteestä ja näitä yhdistävästä pääkuljettimesta. Työpisteitä ovat manuaalisyöpiste sekä SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) -robotit SR6 ja SR60.

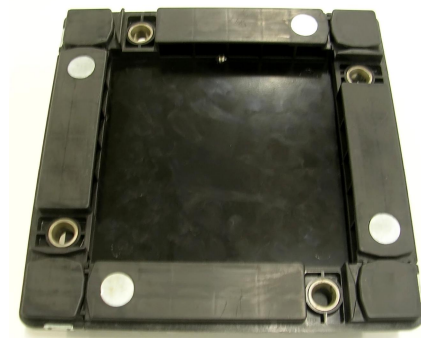


Kuva 9. MTS2-kokoonpanolinjasto

Kun linjasto käynnistetään, nauhakuljettimet alkavat pyöriä vakionopeudella sähkömoottoreiden avulla. Nauhakuljettimien päällä liikkuvat kuvien 10 ja 11 mukaiset, antistaattisesta muovista valmistetut paletit, jotka kantavat 6 kg kuorman.

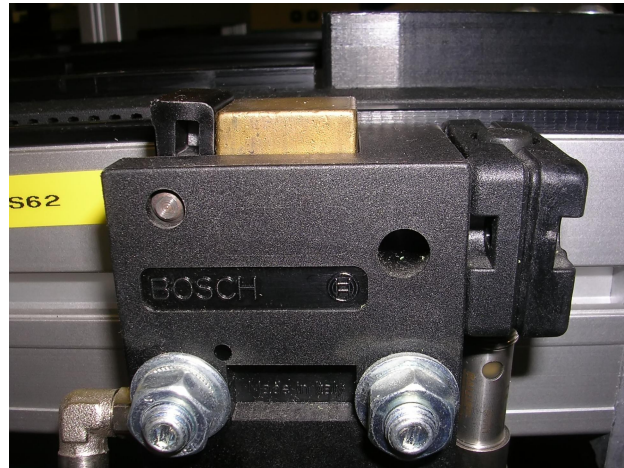


Kuva 10. Paletti päältäpäin kuvattuna



Kuva 11. Paletti alaspäin kuvattuna

Paletin pohjan reunoissa on metallinapit palettien tunnistamiseksi induktiivisilla antureilla. Metallinappia vastapäisessä reunassa on kolo. Palettien kulku voidaan pysäyttää käynnissä olevalla nauhakuljettimella kuvan 12 mukaisten paineilmatoimisten pysäyttimien avulla. Paineettomana jousikuormitteinen salpa on yläasennossa estäen paletin kulun. Kun paine kytketään, salpa laskee alas ja päästää paletin reunan ylitseen. Paletti voidaan pysäyttää joko ulko- tai sisäreunastaan, riippuen siitä onko pysäytin nauhakuljettimen vasemmassa vai oikeassa reunassa.



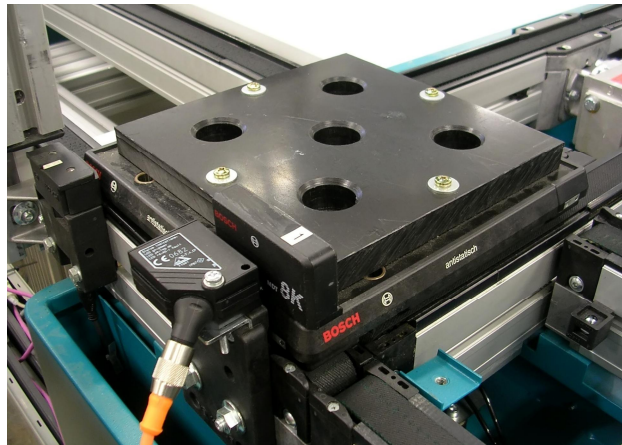
Kuva 12. Pysäytin ja induktiivinen anturi

Palettien sijainti linjastolla tunnistetaan induktiivisten antureiden avulla, joita on usein pysäyttimien yhteydessä, kuten kuvassa 12 oikeassa reunassa. Nauhakuljettimien risteyksissä on myös kuvan 13 mukaisia mekaanisia kytkimiä, jotka vaikuttavat paletin osuessa niihin.



Kuva 13. Mekaaninen kytkin

Paletin kulkiessa päälinjaa pitkin kohti risteystä, sen saattomuisti luetaan kuvan 14 mukaisella saattomuistinlukijalla. Luetun tiedon perusteella paletti ohjataan haluttuun suuntaan risteyksestä.



Kuva 14. Saattomuistin luku saattomuistinlukijalla

Linjaston toimilaitteet ja anturit on liitetty AS-i-väylään orjien avulla. Paineilmatomisten laitteiden yhteydessä käytetään venttiilein varustettuja orjia (Air Box).

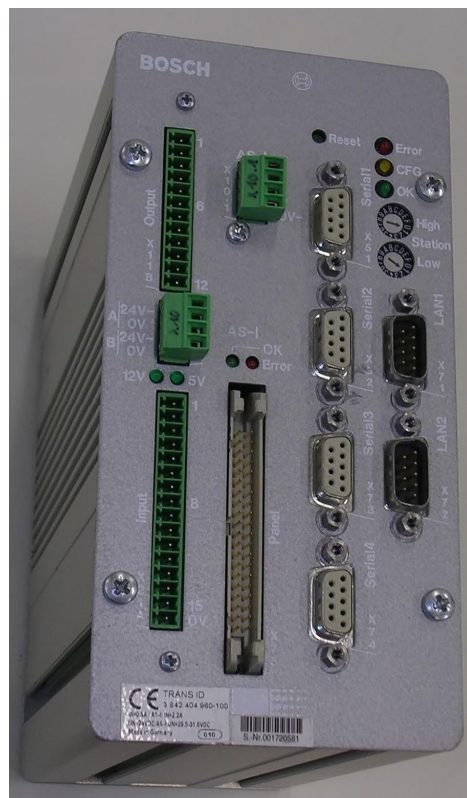


Kuva 15. AS-i-orjia

8 MTS2-KOKOONPANOLINJASTON OHJAUSJÄRJESTELMÄ

8.1 Alkuperäinen toteutus

Nauhakuljettimien ohjaamiseen tarvittavat toimilaitteet ja anturointi oli yhdistetty kolmeen erilliseen AS-i (Actuar Sensor -interface) -väylään siten, että yhdessä väylässä oli kyseisen työpisteen läheisyydessä olevat anturit ja toimilaitteet. Jokainen väylä päättyi logiikkayksikköön (kuva 16). Logiikat olivat yhteydessä toisiinsa CAN (Controlled Area Network) -väylän välityksellä. Logiikkoihin oli myös liitetty läheiset saattomuistinlukijat (kuva 17) ja ohjauspaneelit (kuva 18).



Kuva 16. Bosch-logiikka



Kuva 17 Bosch-saattomuistinlukija



Kuva 18. Ohjauspaneeli

8.2 Vaihtoehtoiset kenttäväyläratkaisut

Jo työn alkuvaiheista asti näytti järkevältä säilyttää toimilaitteiden ja antureiden liittynät alkuperäisissä AS-i-väylissään. Suurin osa orjista on hankalasti saavutettavissa linjaston rakenteissa, jonne ne on asennettu jo tehtaalla ennen linjaston kasaamista. Täysin avoimena ja standardoituna väylänä AS-i:n hyödyntäminen tiedettiin mahdolliseksi jatkossakin omissa sovelluksissa. Tämä seikka oli myös todettu koneautomaatiolaboratorion MTS2-kokoonpanolinjaston kehityshankkeen aikaisemmissa vaiheissa.

Uuden ohjauksen suunnittelun määrääväksi tekijäksi nousivat saattomuistit. Alkuperäisten saattomuistinlukijoiden toimintatavasta ei ollut tietoa ja ymmärrettävästi sitä ei ollut saatavillakaan. Lukijathan olivat osa Boschin toimitamaa ohjausjärjestelmää, minkä yhteydessä ne kyllä toimivat. Täytyi siis selvittää markkinoilla olevat vaihtoehdot saattomuistien ja niiden lukijoiden uusimiseksi.

8.2.1 Saattomuistilukijoiden valinta

Edelleen hyvin suosittu ratkaisu on käyttää RS232-väylää saattomuistinlukijoiden liittämiseksi osaksi muuta ohjausta. Jokainen lukija täytyy kumminkin liittää omalla kaapelilla joko tietokoneen sarjaportteihin, tai muuhun väylään käyttäen sopivaa RS232-terminaalia. Differentiaalista RS484-väylää käytettäessä lukijat olisi mahdollista kytkeä saman väylän varrelle, mutta ongelmaksi saattaisi muodostua tiedon kulun hallinta väylällä.

Päätettiin tilata testausta varten Vilant Oy:n maahantuoma Softronica RI-DEC5000 -lukija RS232-väylään ja muutamia erikokoisia RFID-tunnisteita.

Selvitettiin myös Idesco Access 7CE -lukijoiden käyttöä. Lukijoiden etuna on suora liityntä Ethernet-verkkoon. Tämän UDP, TCP/IP -protokollaa käyttävän lukijan liikennepään koodaaminen omia sovelluksia varten onnistuu helposti Javalla Linux-ympäristössä.

Myös suoraan AS-i-väylään on saatavissa saattomuistinlukijoita. Yksi tällainen on IFM DTA 100 RFID -luku/kirjoituspää. Laite toimii väylässä orjana ja hyödyntää 16-bittiselle analogiatiedolle tarkoitettua AS-i-profiilia 7.4. Lukija rajoittaa luettavan datan määrän 16 bittiin, vaikka käytettäville tunnistelle tietoa mahtuisi 32 bittiä.

Saattomuisteja linjastoon valittaessa haluttiin pitää mahdollisena samojen lukijoiden hyödyntäminen mahdollisissa muissa ohjauksissa, mitä linjastoon tulevaisuudessa saatettaisiin rakentaa. RS232-liitäntä vaikutti parhaimmalta ratkaisulta, sillä sen liittäminen PLC-ohjaimeen tai suoraan PC:hen olisi mahdollista.

8.2.2 Beckhoff

Helsingin ammattikorkeakoulun koneautomaatiolaboratoriossa ollaan siirtymässä ohjausjärjestelmien opetuksessa ohjelmoitavien logiikoiden käytöstä virtuaalilogiikoiden käyttöön. Perinteistä logiikkaa käytetään niin, että PC:llä laaditaan ohjelmointiympäristössä haluttuja toimintoja suorittava PLC-ohjelma. Tämä siirretään logiikkaan, jonka jälkeen logiikka hoitaa sille tarkoitetut tehtävät itsenäisesti. Virtuaalilogiikat käyttävät Soft PLC -tekniikkaa, jossa ohjelmoitavan logiikan suoritinyksikkö korvataan PC:ssä ajettavalla sovellusohjelmalla, joka suorittaa logiikkaohjelman käskyt.

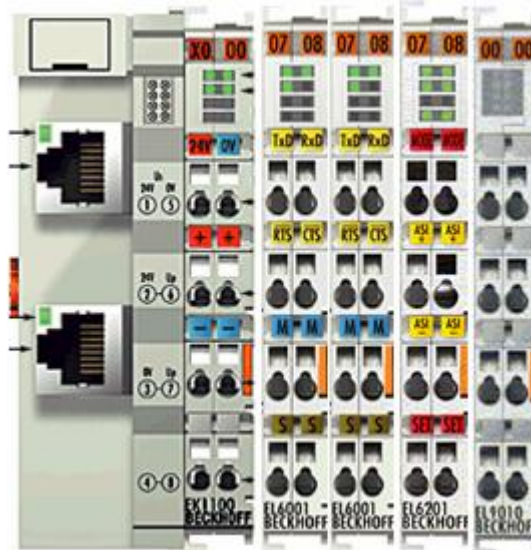
PC voi yhdistää monia järjestelmiä pelkän ohjelman hallinnan kautta. Suorittaessa monia ohjelmia yhdenaikaisesti yhden prosessorin avulla, ohjelmien suoritusnopeus hidastuu. PC:n soveltamista tiukkaa reaaliaikaisuutta edellyttäviin ohjaus- ja säätötehtäviin onkin hidastanut tähän tarkoitukseen sopivan käyttöjärjestelmän puute. Valta-asemassa olevat Windows ja myöskään Windows NT eivät sinällään toteuta näitä vaatimuksia. Tiukat reaaliaikavaatimukset täyttäviä PC:ssä toimivia käyttöjärjestelmiä toki löytyy muilta valmistajilta kuin Microsoftilta. Tällöin kuitenkin menetetään Windows-ympäristöön kehitettyjen sovellusohjelmien käyttömahdollisuus. Ensimmäiset toteutukset tehtiin erillisen PC-kortin avulla, missä oli oma prosessori ja sillä oma reaaliaikakäyttöjärjestelmä. Soft PLC voidaan toteuttaa nykyään myös PC:n omalla prosessorilla, mikäli logiikkaohjelma ei ole erityisen aika-kriittinen. /15./

Tällä hetkellä PLC-opetuksessa on käytössä Beckhoffin kehittämä TwinCAT (Total Windows Control and Automation Technology) -ohjelmisto. Sen avulla voidaan PC:stä tehdä usean PLC:n reaaliaikainen ohjausjärjestelmä. Reaaliaikalaaajennus on toteutettu integroimalla reaaliaikaominaisuudet suoraan Windows NT/2000/XP:hen. Tiedonsiirto on mahdollista käyttöliittymään tai ulkoisiin ohjelmiin Microsoftin avoimien rajapintojen avulla (mm. OPC, OCX, DLL). TwinCAT-ohjausohjelmisto on IEC61131-3-standardin mukainen. /16./

Oli siis luonnollista lähteä selvittämään sopivaa ohjauslaitteiston kokoonpanoa Beckhoffin tuotteista. Teemu Berglind oli aiemmin omassa insinööri työssään /17/ käyttänyt laitteistona Beckhoff BK9000 Ethernet TCP/IP -väyläliitintä ja siihen liitettyä KL6201 AS-i-terminaalia. Nyt täytyi selvittää hankittavien saattomuistinlukijoiden liitettävyyden niin ohjauslaitteistoon kuin itse Soft PLC -ohjelmaan. Lisäksi oli kyettävä hallitsemaan kolmea erillistä AS-i-väylää yhtenä kokonaisuutena.

Toteuttamiskelpoisimmaksi ideaksi osoittautui seuraavanlainen ratkaisu: Alkuperäisen toteutuksen työpisteiden välisiä yhteyksiä hoitava CAN-väylä korvattaisiin EtherCAT-kenttäväylällä ja Bosch -logiikkayksiköiden tilalle asennettaisiin Beckhoff EtherCAT -yksiköt, joihin voitaisiin liittää RS232- ja AS-i-terminaalit. Kuvan 15 mukaisia laitteistoja tulisi siis kolme kappaletta, jokaiseen työpisteeseen omansa. Laitteisto liitettäisiin työpisteen AS-i-väylään ja siihen liittyisivät myös kaksi saattomuistinlukijaa. Sisäänmenoris- teyksen lukija selvittäisi, onko kyseinen paletti tulossa työpisteelle ja mahdol-

lisesti antaisi vielä tarkempia työohjeita robotille. Työpisteessä olevalla lukijalla voitaisiin kirjoittaa paletin saattomuistiin tehdyt työvaiheet ja mahdollinen kokoonpanon epäonnistuminen, jonka mukaan paletti ohjattaisiin manuaalisyöpisteelle ennen uusien työvaiheiden suorittamista. Linjaston eri toiminnalliset osat yhdistettäisiin toisiinsa ja ohjaus PC:hen Ethernet-kaapeleilla.



Kuva 19. Beckhoff -laitteisto /16/ mukaillen

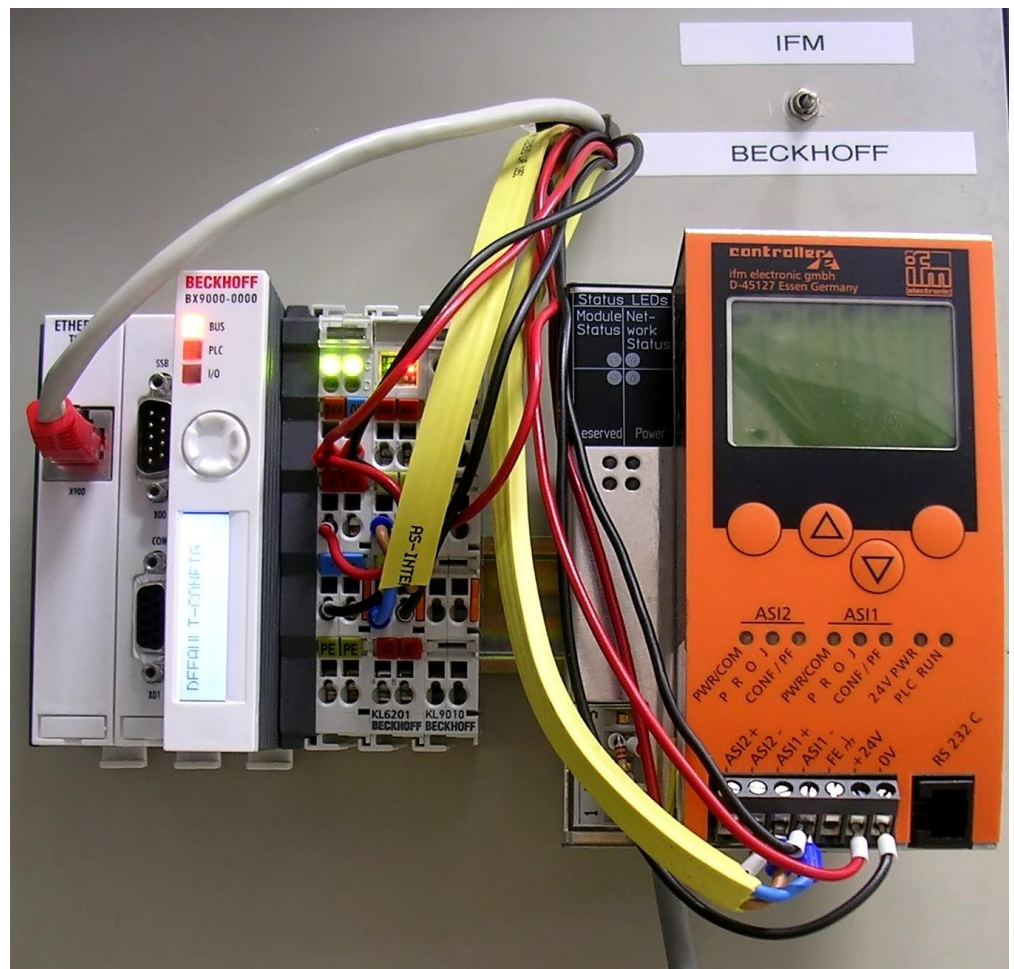
Ohjausjärjestelmään tarvittavat laitteet käyvät ilmi taulukosta 1. Lisäksi tarvitaan PC, johon asennetaan TwinCAT-ohjelmisto, joka sisältää toiminnot järjestelmän konfiguroimiseksi ja PLC-ohjelmointiympäristön. RS232-saattomuistilukijoiden tietojen käsittelyssä käytettäisiin COMlib (Serial Communication library) -kirjastoa ja saattomuistien tietoja voitaisiin hallita esimerkiksi XML (Extensible Markup Language) -tietokannalla.

Taulukko 1. Tarvittava laitteisto

Määrä	Tuote	Kuvaus
3	EK1100	Yhdistää EtherCAT verkkoon EtherCAT-terminaalit (ELxxxx)
6	EL6001	Sarjaliikenne-rajapinta mahdollistaa RS232-laitteiden yhdistämisen
3	EL6201	AS-i-isäntä mahdollistaa kytkennän AS-i-orjiin (versiot 2.0 ja 2.1)
3	EK9010	Kokoonpanossa käytettävän sisäisen E-bus-väylän pääteterminaali
6	RIDEC5000	Softronica:n RFID-lukija RS232-väylään
12	03K5008CI	Idesco:n RFID-tunniste

8.3 Valittu toteutus ja muutostyöt

Koneautomaatiolaboratorion MTS2-kokoonpanolinjaston kehityshankkeen yhteydessä syntyi ajatus linjaston ohjaamisesta myös C -ohjelmoinnilla. Tämän mahdollistaisi AS-i/CANopen gateway -yksikkö. Saattomuistinlukijoiden liitettävyyden AS-i -väylään nähtiin myös tärkeäksi. Päätettiin toteuttaa linjaston ohjaus niin, että olisi mahdollista käyttää kahta rinnakkaista, toisistaan riippumatonta järjestelmää. Toista ohjattaisiin C- ja toista PLC-ohjelmalla. (Kuva 20.)



Kuva 20. Rinnakkaiset ohjaimet

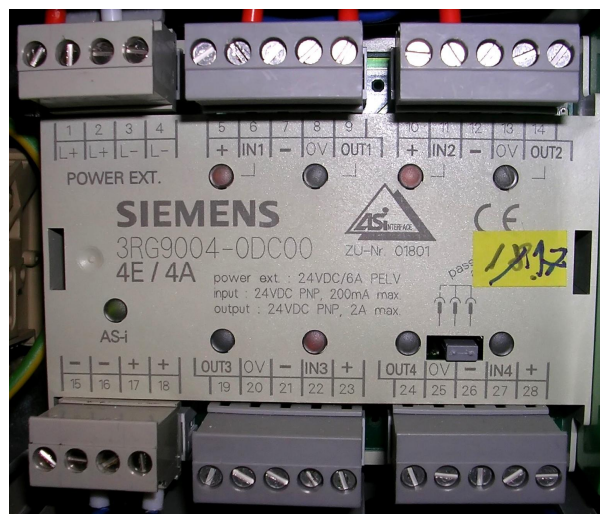
Muutostyöt

Linjaston kolme erillistä AS-i -väylää päätettiin yhdistää yhdeksi väyläksi. AS-i kaapelointi on esitetty liitteessä 1. Väylissä oli kuitenkin samannimisiä orjia, joten ne piti nimetä uudelleen. Uudelleennimeäminen tehtiin käyttäen IFM AC1144 AS-i-osoitteenantolaitetta (kuva 21).



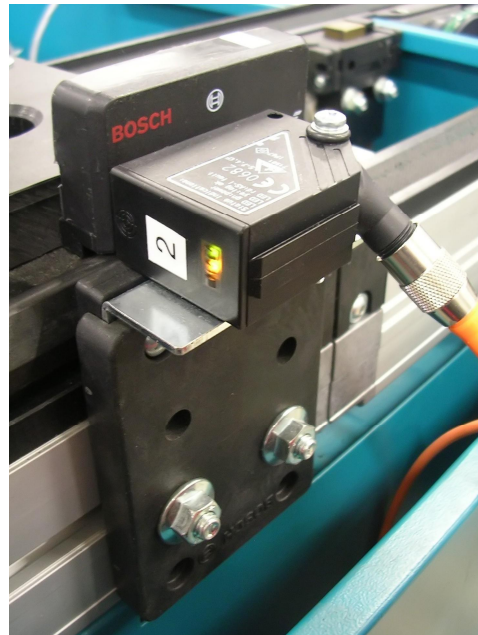
Kuva 21. IFM AC1144 AS-i-osoitteenantolaitte /2/

Uudelleen nimetyissä AS-i orjissa (kuva 22) yliviivattiin vanha osoite ja viereen merkittiin uusi. Tämä osaltaan selkeyttää tehtyjen muutosten hahmottamista myöhemmin linjastoa tutkittaessa, sillä antureiden ja toimilaitteiden merkinnät viittaavat alkuperäisiin orjien nimiin. Väylään liitettyjen laitteiden osoitteet ja sijainti käyvät ilmi liitteistä 2 ja 3.

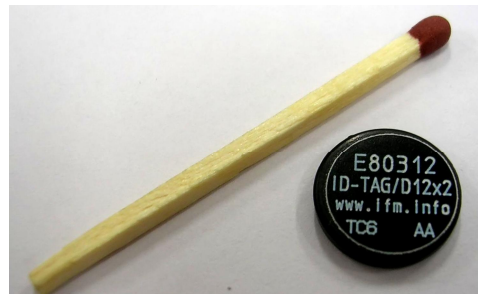


Kuva 22. Uudelleen nimetty AS-i-orja

Linjaston pääkuljettimen ja työpisteiden sisäänmenokuljettimien risteyskiin asennettiin kuvan 23 mukaiset IFM:n toimittamat AS-i-väylään liitettävät saattomuistinlukijat, joilla on myös mahdollista kirjoittaa kuvan 24 ID-tagiin. Samalla alkuperäiset Boschin saattomuistinlukijat poistettiin.

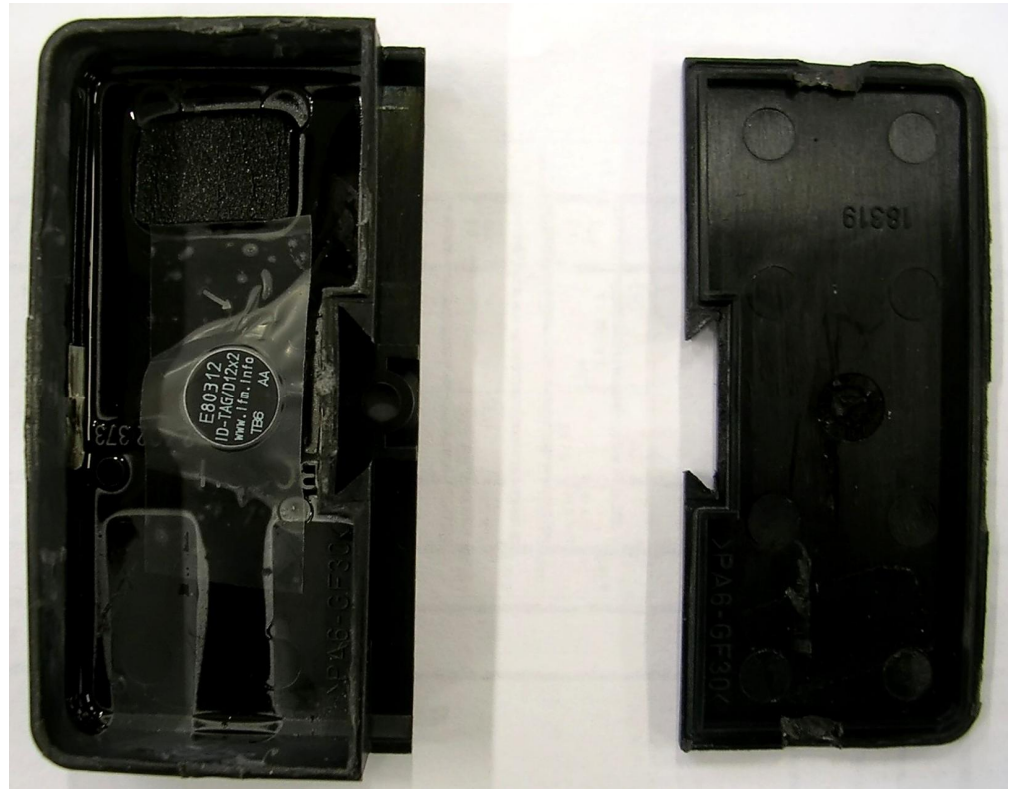


Kuva 23. IFM DTA 100 luku-/kirjoituspää



Kuva 24. IFM E80312 ID-TAG

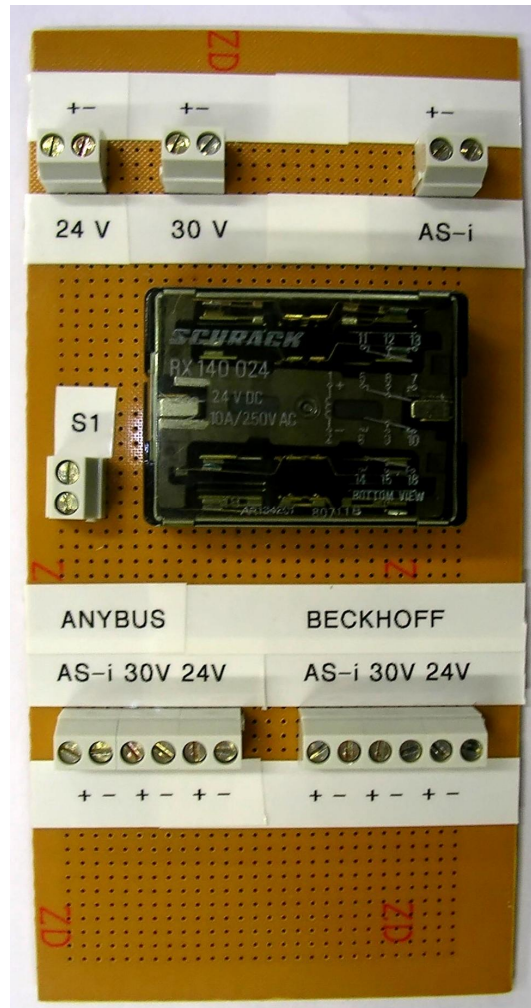
Paletteihin täytyi asentaa uudet tunnisteet. Parhaaksi ratkaisuksi osoittautui asentaa uudet lukijat vanhoihin telineisiin ja tunniste alkuperäisen koteloon. Näin tunnistustapahtuma on toimintavarma eikä tunniste ole vaarassa irrota paletista. Kokonsa puolesta uusi tunniste mahtui hyvin koteloon. Tunnisteet numeroitiin 1 - 12 IFM:n toimesta. (Kuva 25.)



Kuva 25. Uusi tunniste vanhan kotelossa

Jotta IFM:n AS-i-saattomuistinlukijat toimisivat oikein gatewayn kanssa, ne täytyi nimetä siten, että osoitteet 1 - 3 on varattu saattomuistinlukijoille. Tämän jälkeen tulevat muut AS-i-orjat mielivaltaisessa järjestyksessä. Linjaston AS-i-orjien osoitteet muutoksineen nähdään liitteestä 3.

Jotta liityntä AS-i -väylään kahdella eri laitteistolla olisi mahdollista ja siirtyminen järjestelmästä toiseen sujuisi turvallisesti ja vaivattomasti ilman johtojen irrotteluja nähtiin tarpeelliseksi toteuttaa kuvan 26 mukainen.



Kuva 26. Relekytkentä

Kuvan 26 piirilevyn yläreunassa on liitännät seuraaville tuloille: releen ja ohjainten käyttöjännite 24 V, AS-i-jännite 30 V. Oikeassa yläkulmassa on liitäntä linjaston AS-i-väylään ja keskellä vasemmassa reunassa liitäntä käyttökytkimelle S1. Alareunassa on lähdöt molemmille ohjaimille. Suljettaessa kytkin S1 rele vetää ja kytkee AS-i kaapelin molemmat johtimet, AS-i-jännitteen ja käyttöjännitteen gatewaylle. Releen päästäessä kytkeytyy PLC-ohjain ja gateway irrottautuu. Kytchentäkaavio on esitetty liitteessä 4.

Kuvan 17 ohjaimet on kiinnitetty manuaalityöpiSTEEN yhteydessä olevan ohjauskaapin ulkopuolelle, jossa ne ovat hyvin käyttäjän ulottuvilla, eikä vaaraa kaapin sisällä olevien jännitteellisten osien koskettamisesta ole. Ohjauskaapissa sijaitsee koko AS-i-väylä ja ohjaimia syöttävä jännitelähde sekä relekytkentä. Valintakytkin S1 on kaapin kyljessä ohjainten yläpuolella.

9 YHTEENVETO

Kun oli käynyt selväksi, että linjastossa tullaan käyttämään AS-i-väylään liitettäviä saattomuistinlukijoita, PLC-ohjausta lähdettiin kehittämään Teemu Berglindin /17/ työssään käyttämän laitteiston pohjalta. AS-i-väylän käyttämiseen liittyvä erikoisvaatimus oli nyt analogiatiedon käsittely.

Valitut saattomuistinlukijat käyttävät tiedon siirtämiseen AS-i 7.4 -analogiaprofiilia, joka sisältyy AS-i-versioon 2.1. AS-i terminäali KL6201 tukee versioita 2.0 ja 2.1. Työn aikana kuitenkin selvisi, että uudemmalle versiolle ei löydykään tukea BK9000-väyläliittimestä. Tämä ”pullonkaula” tuli yllätyksenä, sillä aiemmissa kokeiluissa perus AS-i:n kanssa ei ollut ongelmia. Beckhoffin suosituksesta hankittiin BX9000 Ethernet TCP/IP -väyläterminaali-ohjain. Ensimmäinen laite osoittautui vialliseksi ja tilalle toimitettiin uusi. Binaari-AS-i saatiin toimimaan, mutta epävakammin, kuin BK9000:n kanssa. Analogia-AS-i:a ei saatu kokoonpanossa toimimaan monista yrityksistä ja teknisestä tuesta huolimatta. Vaikka AS-i-väylässä on mahdollista välittää analogista tietoa ja pidempiä viestejä analogiaprofiilia hyödyntäen, se ei kuitenkaan ole sen ominta toiminta-aluetta. Tästä johtuen toimivia esimerkkitaupuksia ei ole ainakaan yleisesti kaikkien laitevalmistajien tiedossa.

Näennäisesti yhteensopivaa laitteistoa ei saatu toimimaan. Ongelmien välttämiseksi kannattaakin käyttää vakiintuneita ratkaisumalleja tai hankkia koko laitteisto samalta toimittajalta jolloin, tukea ongelmatilanteissa on paremmin saatavilla.

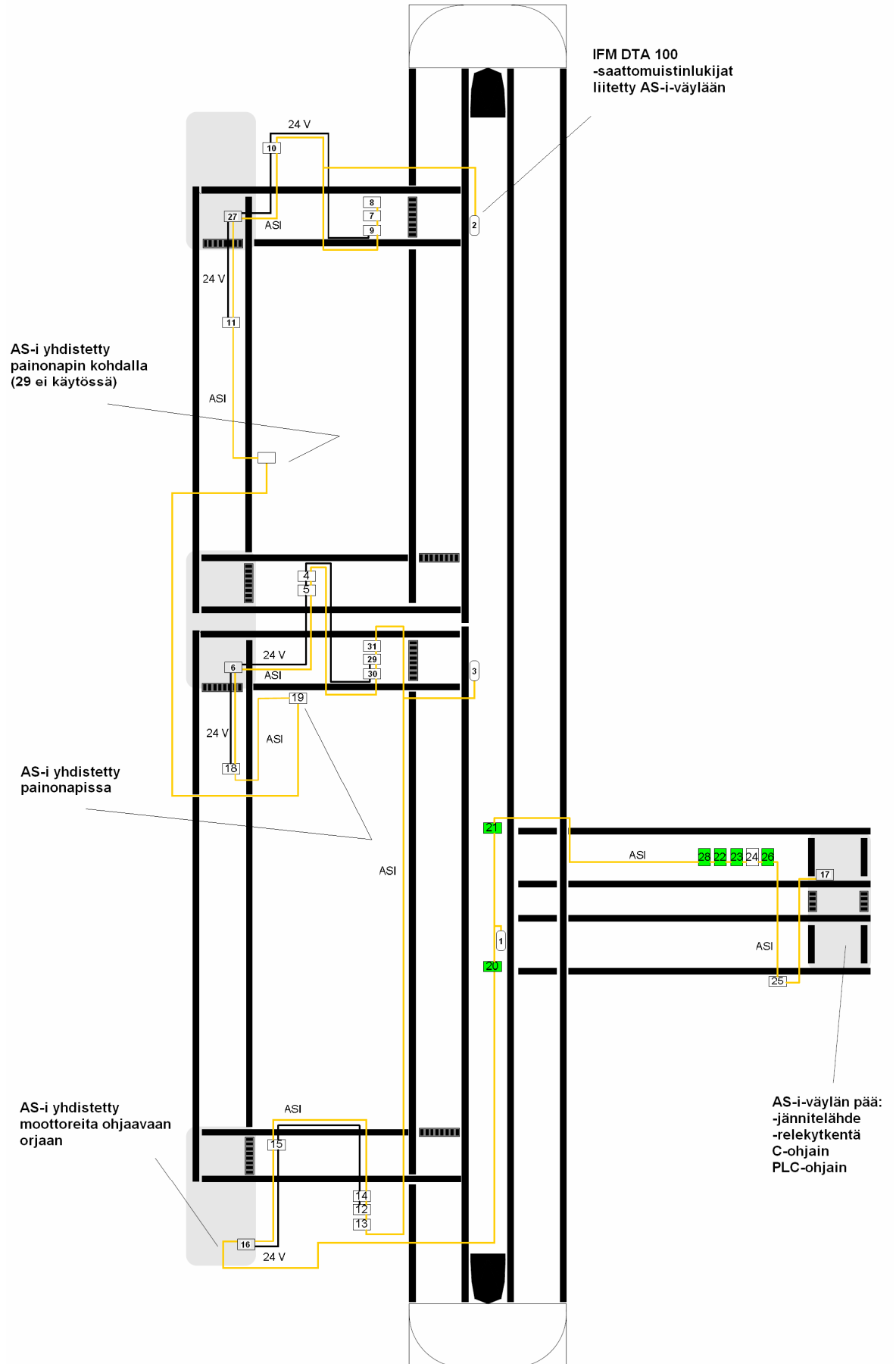
Jos linjaston PLC -ohjaus halutaan toteuttaa, niin ainoa toimiva ratkaisu on käyttää IFM:n AS-i-ohjainta. C -ohjauksessa on käytössä IFM AC1312 AS-i Controller, jonka kanssa AS-i-väylään liitetyt IFM DTA 100 -saattomuistinlukijat toimivat moitteetta. C-ohjauksessa laite toimii gateway:nä AS-i:n ja CANopenin välillä. Ohjain sisältää kuitenkin myös ohjeltavien logiikan 128 kilotavun muistilla, joten logiikkaohjelman siirtäminen laitteeseen olisi mahdollista. Ohjelma voidaan tehdä CoDeSys -ohjelmistolla ja siirtää PC:n sarjaporttiin liitettävällä ohjelmointikaapelilla ohjaimeen.

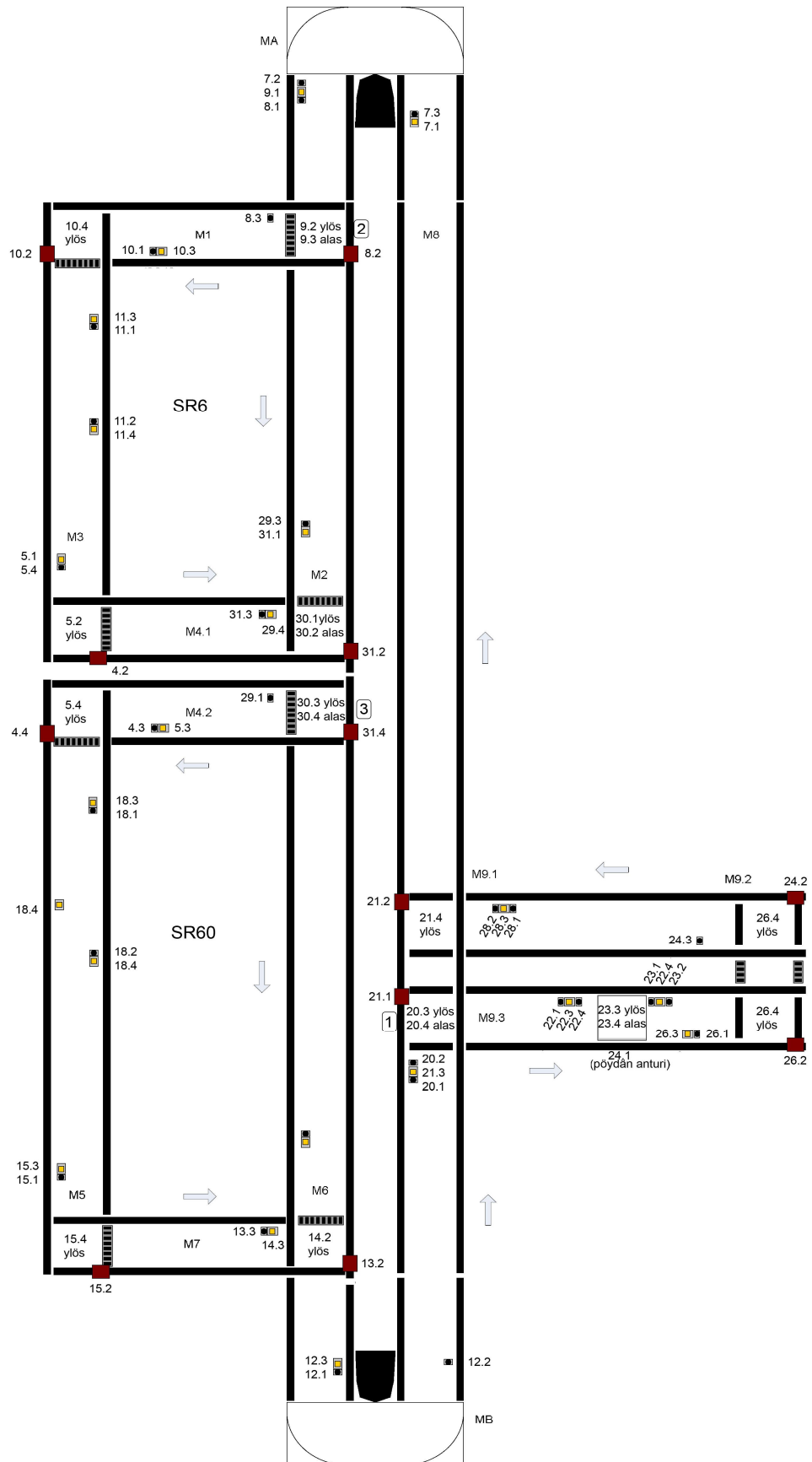
VIITELUETTELO

- /1/ Pyyskänen, Seppo, *Kenttäväylä - kenttäväylän valintaominaisuuksia*. Duocon Oy 15.12.2002. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://www.duocon.fi/julkaisut/kenttavaylan%20valintaominaisuuksia.htm>
- /2/ IFM Electronic. *Networking AS-interface Catalogue 2006*. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
[http://www.ifm-electronic.com/ifmweb/ifmbigob.nsf/reffiles/ifm_catalogue_as-i_06_en/\\$file/ifm_catalogue_as-i_06_en.pdf](http://www.ifm-electronic.com/ifmweb/ifmbigob.nsf/reffiles/ifm_catalogue_as-i_06_en/$file/ifm_catalogue_as-i_06_en.pdf)
- /3/ Alanen, Jarmo - Siirtola, Jouni, *Kenttä- ja ajoneuvoväylät*. Helsinki: MET. 1991.
- /4/ Wikipedia - vapaa tietosanakirja. Hakusana: OSI-malli. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Sovelluskerros>
- /5/ Fuji Electric Co, kuvatiedosto. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
http://www.fujielectric.co.jp/fcs/eng/as-interface/seihin/cable/img/photo_1.jpg
- /6/ Beckhoff, *Beckhoff kenttäväyläjärjestelmään EtherCAT väyläliitin BK1120* Lehdistötiedote 24.10.2006. Viitattu 14.7.2007. Saatavissa:
<http://www.beckhoff.fi/fi/default.htm?press/pr1806.htm>
- /7/ Wikipedia - vapaa tietosanakirja. Hakusana: EtherCAT. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://en.wikipedia.org/wiki/EtherCAT>

- /8/ Koponen, Olavi, *Saattomuistit*. K9215 Mekatroniikan laboraatiot -kurssin opetusmateriaalia. 21.9.2004. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://www.tpu.fi/~kopponen/saattomuistit/SAATTOMUISTI.html>
- /9/ Koskinen, Kari, *Kappaletavara-automaatio*. Suomen Automaatioseura ry. Viitattu 14.4.2007 Saatavissa:
http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Kappaletavara_automaatio.doc
- /10/ Koskinen, Kari, *Kappaleiden tunnistus ja identifiointi*. AS-116.1100 kurssin esittely. 13.9.2006. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://www.automationit.hut.fi/file.php?id=585>
- /11/ Gemini Traze RFID Pvt. Ltd, Kuvatiedosto. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
http://www.traze.in/images_default2/about_rfid_img1.gif
- /12/ Wikipedia - vapaa tietosanakirja. Hakusana: RS-232. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/RS-232>
- /13/ Wikipedia - vapaa tietosanakirja. Hakusana: RS485. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/RS-485>
- /14/ Wikipedia - vapaa tietosanakirja. Hakusana: TCP/IP. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/TCP/IP>
- /15/ Koskinen, Jari, *PC automaatiosovelluksissa - nykytila ja tulevaisuuden näkymät*. Viitattu 14.4.2007 Saatavissa:
<http://www.tkk.fi/Yksikot/Auttieto/pcautom.htm>

- /16/ Beckhoff Oy:n verkkosivut. Viitattu 14.4.2007. Saatavissa:
<http://www.beckhoff.fi/fi/default.htm?twincat/default.htm>
- /17/ Berglind, Teemu, *MTS2-kokoonpanolinjan ohjausjärjestelmä*. Insinöörityö. Helsingin ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka 2006
- /18/ Manninen, Marja, *Kokoonpanoajon hallinta ja seuranta MTS2-kuljetinjärjestelmällä*. Insinöörityö. Helsingin ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka 2000





Manuaalityöpiesteen kuljettimen AS-i-väylä

I/O	Orjan numero	Nimi kentällä	Osoite
input	20	S201	20.1
input	20	S202	20.2
output	20	Y203	20.3
output	20	Y204	20.4
input	21	S211	21.1
input	21	S212	21.2
output	21	Y213	21.3
output	21	Y214	21.4
input	22	S221	22.1
input	22	S222	22.2
output	22	Y223	22.3
output	22	Y224	22.4
input	23	S231	23.1
input	23	S232	23.2
output	23	Y233	23.3
output	23	Y234	23.4
input	24	S241	24.1
input	24	S242	24.2
input	24	S243	24.3
input	26	S261	26.1
input	26	S262	26.2
output	26	Y262	26.3
output	26	Y264	26.4
input	28	S281	28.1
input	28	S282	28.2
output	28	Y283	28.3
	28		28.4

PAINONAPPI

input	25	schlecht	25.1
input	25	gut	25.2
input	25	auto/man	25.3

MOOTTORIT

output	17	9.1. M9.2. M9.3	17.1
--------	----	-----------------	------

SAATTOMUISTINLUKIJA

	1		
--	---	--	--

SCARA SR60 -robottityöpiirteen AS-i-väylä

I/O	Orjan numero	Nimi kentällä	Osoite
input	4	S32	4.1
input	4	S33	4.2
input	4	S42	4.3
input	4	S43	4.4
output	5	Y31	5.1
output	5	Y32	5.2
output	5	Y41	5.3
output	5	Y42	5.4
input	12	S62	12.1
input	12	S63	12.2
output	12	Y61	12.3
input	13	S11	13.1
input	13	S13	13.2
input	13	S15	13.3
output	14	Y11	14.1
output	14	Y12	14.2
output	14	Y15	14.3
input	15	S32	15.1
input	15	S33	15.2
output	15	Y31	15.3
output	15	Y32	15.4
input	18	S52	18.1
input	18	S53	18.2
output	18	Y51	18.3
output	18	Y52	18.4
input	29	S24	29.1
output	29	Y11	29.3
output	29	Y15	29.4
output	30	Y12	30.1
output	30	Y13	30.2
output	30	Y22	30.3
output	30	Y23	30.4
input	31	S11	31.1
input	31	S13	31.2
input	31	S15	31.3
input	31	S23	31.4

PAINONAPPI

input	19	schlecht	19.1
input	19	gut	19.2

MOOTTORIT

output	6	M3, M4.1	6.1
output	6	M4.2	6.2
output	6	M2	6.3
output	16	M5, M7	16.1
output	16	M6, MB	16.2

SAATTOMUISTINLUKIJJA

	3		
--	---	--	--

SCARA SR6 -kuljettimen AS-i-väylä

I/O	Orjan numero	Nimi kentällä	Osoite
input	7	S62	7.1
input	7	S63	7.2
output	7	Y61	7.3
input	8	S12	8.1
input	8	S23	8.2
input	8	S24	8.3
output	9	Y11	9.1
output	9	Y22	9.2
output	9	Y23	9.3
input	10	S42	10.1
input	10	S43	10.2
output	10	Y41	10.3
output	10	Y42	10.4
input	11	S52	11.1
input	11	S53	11.2
output	11	Y51	11.3
output	11	Y52	11.4

PAINONAPPI

input	29	schlecht	Poistettu
input	29	gut	Poistettu

MOOTTORIT

output	27	M1	27.1
output	27	MA, M8	27.2

SAATTOMUISTINLUKIJA

	2		
--	---	--	--

